

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-84126

(43) 公開日 平成9年 (1997) 3月28日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 Q	7/38		H 0 4 B 7/26	1 0 9 G
H 0 4 B	7/26			A
H 0 4 Q	7/36			1 0 5 B
				1 0 5 D

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平7-239915
(22) 出願日 平成7年 (1995) 9月19日

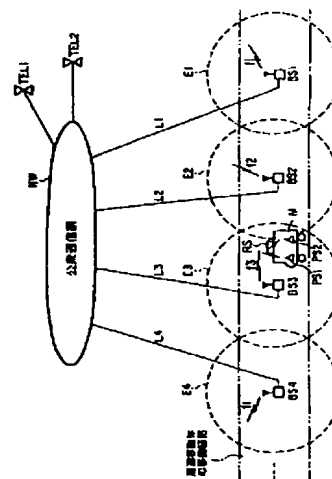
(71) 出願人 000003078
株式会社東芝
神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
(72) 発明者 坂本 正行
東京都日野市旭が丘3丁目1番地の1 株式
会社東芝日野工場内
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54) 【発明の名称】 移動通信システムおよびこのシステムで使用される中継装置

(57) 【要約】

【課題】 マイクロセル対応の移動機を使用して高速移動体上においても通信を可能とする。

【解決手段】 高速移動体Mの移動経路に沿って複数の基地局BS1, BS2, …を設置してこれらの基地局BS1, BS2, …によりマクロセルE1, E2, …を形成し、かつ高速移動体Mに中継局RSを設置してこの中継局RSにより高速移動体Mの車内を無線エリアとするマイクロセルを形成する。そして、高速移動体M上で使用される移動機PS1, PS2と上記基地局BS1, BS2, …との間を、上記中継局RSを介してTDMA-TDD方式を採用した無線インタフェースにより中継接続するとともに、高速移動体Mの移動に伴うハンドオーバを中継局RSと基地局BS1, BS2, …との間で行なうようにしたものである。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 各々公衆通信網に有線回線を介して接続されるとともに、高速移動体の移動経路に沿って所定の大きさの第1のセル群を形成する複数の基地局と、前記高速移動体に搭載され、当該高速移動体上に前記第1のセルよりも小さい第2のセルを形成する少なくとも一つの中継局と、

前記高速移動体上で低速移動可能な移動機とを具備し、前記中継局および移動機は、移動機の通信時に当該移動機と中継局との間を第1の無線チャネルを介して接続するための第1の無線インタフェースを備え、

かつ前記基地局および中継局は、前記第1の無線インタフェースによる第1の無線チャネルの接続動作と連動して、基地局と中継局との間を第2の無線チャネルを介して接続しかつこの第2の無線チャネルを前記第1の無線チャネルと接続するための第2の無線インタフェースと、前記高速移動体が前記第1のセル間で移動する場合に、前記第1の無線チャネルを保持させたうえで、中継局の接続先となる基地局を切り替える基地局ハンドオーバー手段とを備えたことを特徴とする移動通信システム。

【請求項2】 移動機と中継局との間の第1の無線インタフェースは、呼が発生するごとに空きの無線通信チャネルを移動機および中継局の少なくとも一方で選択して使用し、一方中継局と基地局との間の第2の無線インタフェースは、各基地局ごとに予め固定的に割り当てられた第2の無線チャネルを使用することを特徴とする請求項1記載の移動通信システム。

【請求項3】 中継局は、制御チャネル専用の中継用送受信機と、通信チャネル用の中継用送受信機とを別個に備えたことを特徴とする請求項1記載の移動通信システム。

【請求項4】 高速移動体上に複数の中継局を分散配置してこれらの中継局が高速移動体上に各々第2のセルを形成している場合に、

前記各中継局および移動機は、通信中の移動機が高速移動体上で第2のセル間を跨いで移動する場合に当該移動機の接続先となる中継局を切り替える中継局ハンドオーバー手段を備えたことを特徴とする請求項1記載の移動通信システム。

【請求項5】 各々公衆通信網に有線回線を介して接続されるとともに、高速移動体の移動経路に沿って所定の大きさの第1のセル群を形成する複数の基地局と、前記高速移動体に搭載され、当該高速移動体上に前記第1のセルよりも小さい第2のセルを形成する中継局と、前記高速移動体上に前記中継局から離間して配設された少なくとも1台の中間中継器と、前記高速移動体上で低速移動可能な移動機とを具備し、前記移動機および中間中継器は、

2

移動機の通信時に当該移動機と中間中継器との間を第1の無線チャネルを介して接続するための第1の無線インタフェースを備え、

前記中間中継器および中継局は、

前記第1の無線インタフェースによる第1の無線チャネルの形成動作と連動して、中間中継器と中継局との間を第2の無線チャネルを介して接続しかつこの第2の無線チャネルを前記第1の無線チャネルと接続するための第2の無線インタフェースを備え、

10 かつ前記中継局および基地局は、

前記第1および第2の無線チャネルの形成動作と連動して、基地局と中継局との間を第3の無線チャネルを介して接続しかつこの第3の無線チャネルを前記第2の無線チャネルと接続するための第3の無線インタフェースと、

前記高速移動体が前記第1のセル間で移動する場合に、前記第1および第2の無線チャネルを保持させたうえで、前記第3の無線チャネルの接続先となる基地局を切り替えるハンドオーバー制御手段とを備えたことを特徴とする移動通信システム。

20

【請求項6】 中間中継器は、移動機から送信された第1の無線チャネルの上り無線通信信号を受信再生したのち第2の無線チャネルの上り無線通信信号に周波数変換して中継局に向け送信するとともに、中継局から送信された第2の無線チャネルの下り無線通信信号を受信再生したのち第1の無線チャネルの下り無線通信信号に周波数変換して移動機に向け送信することを特徴とする請求項5記載の移動通信システム。

30

【請求項7】 中間中継器は、移動機から送信された第1の無線チャネルの上り無線通信信号を受信したのち増幅してそのまま第2の無線チャネルの上り無線通信信号として中継局に向け送信するとともに、中継局から送信された第2の無線チャネルの下り無線通信信号を受信したのち増幅してそのまま第1の無線チャネルの下り無線通信信号として移動機に向け送信することを特徴とする請求項5記載の移動通信システム。

40

【請求項8】 中継局および中間中継器は、第2の無線チャネルの無線通信信号を送受信するためのアンテナを互いの方向に指向性を有する指向性アンテナにより構成したことを特徴とする請求項5記載の移動通信システム。

【請求項9】 複数の基地局により所定の大きさの第1のセル群が形成されたサービスエリア内を移動する高速移動体に搭載され、当該高速移動体上に前記第1のセルよりも小さい第2のセルを形成する中継装置であつて、前記高速移動体上で低速移動する移動機との間を、当該移動機の通信時に第1の無線チャネルを介して接続するための第1の無線インタフェースと、

50 この第1の無線インタフェースによる接続動作と連動して、前記基地局との間を第2の無線チャネルを介して接

続しかつこの第2の無線チャネルを前記第1の無線チャネルと接続するための第2の無線インタフェースと、前記高速移動体が前記第1のセル間で移動する場合に、基地局と協働して前記第1の無線チャネルを保持したうえで前記第2の無線チャネルの接続先となる基地局を切り替える第1のハンドオーバー手段とを具備したことを特徴とする中継装置。

【請求項10】 通信中の移動機が高速移動体上に搭載された他の中継装置の第2のセルとの間で移動する場合に、当該移動機との間を接続する第1の無線チャネルの接続先となる中継装置を切り替える第2のハンドオーバー手段を備えたことを特徴とする請求項9記載の中継装置。

【請求項11】 高速移動体内とこの高速移動体への乗降場所を含む駅構内とを同一の位置登録エリアとし、前記高速移動体内および前記駅構内に存在する移動機の位置を前記同一のエリアに登録することを特徴とする請求項1記載の移動通信システム。

【請求項12】 高速移動体への乗降場所を含む駅構内に、当該駅構内の周辺の位置登録エリアを重ねて設定することを特徴とする請求項11記載の移動通信システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、簡易型携帯電話システム（PHS：Personal Handy-phone System）などのようにマイクロセル方式を採用した移動通信システムに関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、携帯電話機に代表される移動通信機は、業務用に止まらず個人用としても多く普及しているが、今後とも移動通信システムが発展を続けるためには、周波数不足を解決する必要がある。そのための1つの対策が、1つの基地局がカバーするエリアであるセルの半径を100m程度にまで小さくするマイクロセル方式である。これに対して、従来の自動車・携帯電話システムはセル半径がほぼ1km以上でありこれらはマクロセルと呼ばれている。

【0003】 マイクロセル方式を採用した代表的なシステムにPHSがある。PHSはマイクロセル方式であるから周波数利用効率が高く、多くのユーザを収容できる利点がある。しかし、その一方でマイクロセル方式であるために、自動車などの高速で移動する移動体の中では使用できないという欠点がある。

【0004】 その理由は次の通りである。すなわち、移動機が通信中にセルをまたがって移動した時には、移動機の通信すべき基地局を移動前のセルの基地局から移動後のセルの基地局に切り替える必要がある。具体的には、移動機の移動先セルを検出して、現在使用している通信チャネルを上記移動先のセルで使用される空きの通

信チャネルに切り替えるよう移動機に指令し、同時に基地局側の回線も移動先基地局経由に切り替えるものである。これをハンドオーバーと呼ぶ。

【0005】 マイクロセル方式を採用したシステムにおいて、移動機を高速移動体上で移動しながら使用すると、移動機が実際にセルを移動してから移動先セルを検出し、さらに通信チャネルの指定を完了する前に、すなわちハンドオーバーが完了する前に、移動機が移行先のセルを通り過ぎてその先のセルに行ってしまうことになり、ハンドオーバーを行えなくなる。

【0006】 このため、現行のPHSでは電車やバスなどの高速移動体で移動機を使用することができなかった。一般に、電車やバスなどの高速移動体は通信の需要が大きい場所であり、このような場所で通信を行えないことはシステムの利用を拡大する上で大きなネックになる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 以上のようにマイクロセル方式を採用した現行の移動通信システムは、高速移動体上での通信を行えないと言う欠点があった。この発明は上記事情に着目してなされたもので、その目的とするところは、マイクロセル対応の移動機を使用して高速移動体上においても通信が可能な移動通信システムおよびこのシステムで使用される中継装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するためにこの発明は、次のような手段を講じたものである。すなわち、高速移動体は高速で対地移動するが、この高速移動体上にいる移動機はその高速移動体に対し歩行速度程度でしか移動しない。本発明はこの点に着目し、高速移動体の移動経路に沿ってマクロセル相当の第1のセル群を形成する複数の基地局を配設するとともに、上記高速移動体に中継局を搭載してこの中継局により高速移動体上に上記第1のセルよりも小さいマイクロセル相当の第2のセルを形成し、上記高速移動体上で移動機が通信を行なう場合に、この移動機と中継局との間を第1の無線チャネルを介して接続するとともに、その接続動作と連動して中継局と基地局との間を第2の無線チャネルを介して接続して両無線チャネルをリンクさせ、かつ高速移動体が第1のセル間を跨いで移動した場合には、第1の無線チャネルを保持したまま第2の無線チャネルの接続先となる基地局を切り替えるハンドオーバーを行なうようにしたものである。

【0009】 このように構成したことにより、移動機と中継局との間はマイクロセルインタフェースにより接続され、中継局と基地局との間はマクロセルインタフェースにより接続されることになる。このため、高速移動体上において例えばPHS端末のようなマイクロセル対応の移動機を使用して通話を行なうことが可能となり、さ

5

らに高速移動体の移動に伴いハンドオーバーも行なうことができる。すなわち、高速移動体上でPHSの移動機をそのまま使用して、地上の端末や他の高速移動体上の端末との間で移動通信を行なうことができる。

【0010】また、高速移動体上に複数の中継局を分散配置して各々第2のセルを形成し、移動機の移動に伴い接続先の中継局を切り替えるハンドオーバーを行なうようにすれば、例えば高速移動体上で移動機が移動した場合に、マイクロセル方式のハンドオーバー手順をそのまま使用してハンドオーバーを行なうことができる。これは、例えば連結車両数の多い列車上においてPHS移動機を使用する場合に効果を発揮する。

【0011】さらに、別の構成として、高速移動体上に中継局と移動機との間の電波の中継を行なう複数の中間中継器を分散配置すれば、少数の中継局を設けるだけで高速移動体上の広いエリアをカバーすることができる。この構成によれば、高速移動体上で同時に通信できる無線チャンネル数が少なくなるが、トラヒックが低ければ問題はなく、それよりも中継局を中間中継器に置き換えることにより設置スペースの縮小や価格の低減を図ることができるのでトータル的に効果が大きい。

【0012】しかも、中間中継器および中継局のアンテナを相互に指向性を有するものとする、中間中継器および中継局の送信電力を低減することが可能となり、これにより一層の経済化が可能となるとともに、他の高速移動体の中継局や中間中継器との間の電波干渉の発生を抑圧することも可能となる。

【0013】

【発明の実施の形態】

(第1の実施の形態) 図1は、この発明に係わる移動通信システムの第1の実施の形態を示す概略構成図である。

【0014】同図において、Mは電車やバス等の高速移動体を示すもので、この高速移動体Mの移動経路には複数の基地局BS1、BS2、…が所定の間隔で配設されている。この配設間隔は、基地局BS1、BS2、…がそれぞれ上記高速移動体の移動経路上に半径1km程度または必要によりそれ以上のマクロセルE1、E2、…を形成する際に、隣接するセルの端部が図示するごとく互いに重なり合うように設定される。また基地局BS1、BS2、…はそれぞれ有線回線L1、L2、…を介してISDN公衆通信網NWに接続されている。

【0015】ところで、高速移動体Mには中継局RSが搭載されている。この中継局RSは高速移動体Mの車内を通信可能エリアとする半径100m程度またはそれ以下のマイクロセルを形成する。移動機PS1、PS2、…は、ユーザに携帯されることにより高速移動体Mの車内において歩行速度程度の速度で移動可能であり、上記中継局RSに対し移動機無線インタフェースにより接続される。

6

【0016】移動機無線インタフェースには、例えばPHSで使用されているTDMA-TDD (Time Division Multiple Access-Time Division Duplex) 方式が使用される。TDMA-TDD方式は、上りリンクと下りリンクとを時間軸上で別々に配置したもので、例えば図5に示すごとく1フレームを8個のタイムスロットにより構成し、このうちの後半の4スロットTp1~Tp4を移動機PS1、PS2、…から中継局RSへ無線信号を送送するための上りリンク用とし、前半の4スロットRp1~Rp4を中継局RSから移動機PS1、PS2、…へ無線信号を送送するための下りリンク用としている。そして、これらの上りリンク用の各スロットTp1~Tp4と下りリンク用の各スロットRp1~Rp4の対がそれぞれ無線チャンネルとして移動機PS1、PS2、…に割当てられる。すなわち、移動機PS1、PS2、…には同時に最大4チャンネルの割り当てが可能となる。ただし、実際には上記4つの無線チャンネルのうちの1チャンネルは制御チャンネルとして使用されるため、残りの3チャンネルが各移動機PS1、PS2、…に通話用チャンネルとして割り当てられる。

【0017】また移動機無線インタフェースは複数の無線周波数を保有しており、上記4つの無線チャンネルのうち制御チャンネルによる制御信号の伝送には予め制御チャンネル用として定められた無線周波数が使用され、また3つの通話チャンネルによる通話信号の伝送には複数の通話用無線周波数の中から空いている無線周波数が選択されて使用される。すなわち、各移動機PS1、PS2、…に対する無線チャンネルの指定は、各中継局が移動機の呼ごとに空きのタイムスロットと無線周波数とを選択して指定する、いわゆる分散自律制御方式により行なわれる。

【0018】なお、1フレーム長は例えば8msecに設定される。このため、1スロットは1msecとなり、いま音声信号を32kb/sのトランスコードで符号化して伝送するものとする、移動機は各スロットごとに $32\text{ kb/s} \times 8\text{ ms} = 256$ ビットの信号を送受信することになる。ただし、通常はこれに加えて制御のための信号が付加される。これをスロットあたり44ビット必要と仮定すると、合計300ビットの信号を1スロットで伝送することになり、これを1msecの時間で伝送するためには移動機無線インタフェースで必要な伝送レートは $300/1\text{ msec} = 300\text{ kb/s}$ となる。なお、ここでは説明の簡単のためガードビット等を省略した場合を示している。

【0019】一方、中継局RSと基地局BS1、BS2、…との間を無線接続する基地局無線インタフェースとしては、マクロセルに適した周波数固定配置の集中制御方式が使用される。この方式は、予め用意された複数の無線周波数を複数の基地局に対し繰り返しながら固定的に割当てするものである。例えば、図1に示すようにセ

ルE1, E2, E3, …が一列となるように基地局BS1, BS2, BS3, …が配設されている場合には、3つの無線周波数f1, f2, f3をそれぞれ基地局BS1, BS2, BS3、基地局BS4, BS5, BS6、基地局BS7, BS8, BS9、…のように繰り返し割り当てる。

【0020】また無線チャネルのアクセス方式および無線伝送方式としては、前記移動機無線インタフェースと同様にTDMA-TDD方式が使用される。ただし、前記移動機無線インタフェースでは複数の無線周波数の中から空きの無線周波数を選択して割当てたが、基地局無線インタフェースでは先に述べたように周波数固定型の集中制御方式を使用しているため無線周波数は予め設定されたものが割当てられる。

【0021】なお、各基地局BS1, BS2, …と中継局RSとの間のインタフェースには、PHSのISDN網・PHS基地局間インタフェースである、いわゆるI'インタフェースのような加入者線インタフェースか、または携帯・自動車電話システムと固定通信網とのインタフェースである局間インタフェースが使用される。

【0022】次に、上記移動機PS1, PS2, …および中継局RSの構成について説明する。まず移動機PS1, PS2, …は次のように構成される。図2はその概略構成を示す回路ブロック図である。すなわち、中継局RSから到来した無線信号はアンテナ11で受信されたのちアンテナ共用器(DUP)12を介して受信回路(RX)13に入力され、ここで周波数シンセサイザ(SYN)14から出力される受信局発振信号とミキシングされてベースバンドの受信信号に周波数変換されるとともに復調される。そして、この復調された受信信号は制御回路(CONT)15に入力される。この制御回路15では、例えばTDMA-TDDフレームからの自機宛てのスロットデータの分離、ADPCM復号処理、およびPCM復号処理などが行なわれ、これにより再生されたアナログ受話信号がスピーカ16から拡声出力される。

【0023】これに対し話者の送話音声は、マイクロホン17で送話信号に変換されたのち制御回路15に入力される。この制御回路15では、上記送話信号のPCM符号化、ADPCM符号化、TDMA-TDDフレーム中の自機に割当てられたスロットへの送信データの挿入等が行なわれる。制御回路15から出力された送信データは、送信回路(TX)18に入力され、ここで周波数シンセサイザ14から発生された送信局発振信号とミキシングされて無線周波信号に変換され、さらに所定の送信出力レベルに増幅されたのち、アンテナ共用器12を介してアンテナ11から送信される。

【0024】一方、中継局RSは次のように構成される。図3はその構成を示す回路ブロック図である。すな

わち、中継局RSは移動機用無線ユニット20と、基地局用無線ユニット30と、制御回路(CONT)40とを備えている。

【0025】移動機用無線ユニット20は、移動機PS1, PS2, …との間で無線信号の送受信を行なうアンテナ21と、アンテナ共用器(DUPP)22と、受信信号を周波数変換して復調する受信回路(RXP)23と、送信信号を変調して無線周波数に変換する送信回路(TXP)25と、これらの受信回路23および送信回路25に対し局発振信号を与える周波数シンセサイザ(SYNP)24とを備える。

【0026】基地局用無線ユニット30も同様に、基地局BS1, BS2, …との間で無線信号の送受信を行なうアンテナ31と、アンテナ共用器(DUPB)32と、受信信号を周波数変換して復調する受信回路(RXB)33と、送信信号を変調して無線周波数に変換する送信回路(TXB)35と、これらの受信回路33および送信回路35に対し局発振信号を与える周波数シンセサイザ(SYNB)34とを備える。

【0027】制御回路40は、先に述べた移動機無線インタフェースに応じて移動機PS1, PS2, …との間の無線通信を制御する機能と、基地局無線インタフェースに応じて基地局BS1, BS2, …との間の無線通信を制御する機能と、両無線インタフェース間を接続して基地局BS1, BS2, …と移動機PS1, PS2, …との間に無線リンクを形成する中継制御機能とを備える。

【0028】すなわち、中継局PSは具体的には対移動機のレイヤ1及びレイヤ2に加えて、レイヤ3のうち無線管理(RT)の機能を有する。すなわち、物理的なインタフェースを規定するレイヤ1は当然必要であるが、そのほかに移動機PS1, PS2, …からの信号送受信機能であるレイヤ2の機能を持つ。また、移動機PS1, PS2, …対向および基地局BS1, BS2, …対向の無線周波数、送信電力レベル、および送受信のオンオフ等のレイヤ3に関する無線管理(RT)機能を持つ。

【0029】次に、以上のように構成されたシステムの動作を図4を用いて説明する。いま例えば図1に示すごとく高速移動体Mに乗車している移動機PS1, PS2がそれぞれ公衆通信網NWに接続されている有線電話機TEL1, TEL2との間で通話を行なうものとする。移動機PS1, PS2が発呼を行なうと、まずこれらの移動機PS1, PS2と中継局RSとの間でそれぞれ、PHSの移動機無線インタフェースの手順に従って空きの無線チャネルTP1, RP1およびTP4, RP4が選択されて移動機PS1, PS2に割り当てられる。またそれとともに中継局RSと基地局BS3との間では、PHSの基地局無線インタフェースの手順に従って空きの無線チャネルTB1, RB1およびTB4, RB4が選択されて中継局

9

RSに割り当てられる。そして、これらの無線チャネルは中継局RS内の制御回路40でリンクされる。

【0030】また、基地局BS3とISDNの公衆通信網NWとの間では、ISDNのI'インタフェースによるBチャネルが確保され、このISDNのBチャネルと上記無線インタフェースとの間が接続される。なお、無線インタフェースにおける伝送速度は32kb/sであり、一方上記ISDNのBチャネルは64kb/sであるため、基地局BS3ではこれらの伝送速度の変換が行なわれる。

【0031】さて、そうして移動機PS1、PS2と有線電話機TEL1、TEL2との間に通信リンクが形成されると、移動機PS1、PS2から送信された無線信号はそれぞれ図4に示すごとく移動機無線インタフェース(TDMA-TDD)の無線チャネルTP1およびTP4を介して中継局RSで受信され、この中継局RSからさらに基地局無線インタフェース(TDMA-TDD)の無線チャネルTB1およびTB4を介して基地局BS3で受信される。そして、この基地局BS3においてISDNのBチャネルデータに変換されたのち、有線回線L3を介して公衆通信網NWに伝送され、この公衆通信網NWから有線電話機TEL1、TEL2に伝送される。

【0032】これに対し、有線電話機TEL1、TEL2から送出された通話データは、公衆通信網NWからISDNのBチャネルデータとして有線回線L3を介して基地局BS3に伝送される。そして、この通話データは基地局BS3において無線インタフェース(TDMA-TDD)用の無線信号に変換されたのち、無線チャネルRB1およびRB4を介して中継局RSに伝送されて受信され、さらにこの中継局RSから無線チャネルRP1およびRP4を介して移動機PS1、PS2で受信される。

【0033】かくして、移動機PS1、PS2と有線電話機TEL1、TEL2の間では通話が行なわれる。ところで、この通話中に、高速移動体Mが基地局BS3のセルE3から基地局BS4のセルE4に移動したとする。そうすると、基地局BS3、BS4と中継局RSとの間で次のようにハンドオーバーが行なわれる。

【0034】すなわち、PHSでは移動機がPHS基地局のエリアから他のPHS基地局エリアに移動したときは、移動機はそれまで受信できていた基地局からの電波のレベルが低下するか受信できなくなる。このとき移動機はハンドオーバーが必要と判断して周辺のPHS基地局から送信されている制御チャネルを受信してそのレベルを測定し、最大の受信レベルまたは一定値以上の受信レベルで受信されたPHS基地局、つまり移動先のPHS基地局を決定する。このあと移動機は旧PHS基地局との信号送受信を中止して、移動先PHS基地局の制御チャネルで改めてハンドオーバーの要求のために再発呼を行なう。移動先PHS基地局はこの再発呼が行なわれたことでハンドオーバーと判断し、移動機に対してそのPHS

10

基地局で空いている周波数およびタイムスロットを指定し直すとともに、ISDN網は回線を旧PHS基地局から移動先基地局に切り替える。

【0035】この実施の形態においても基本的にはこの機能を利用する。すなわち、高速移動体Mが例えば基地局BS3から基地局BS4に移動した場合には、中継局RSはそれまで受信および中継を行っていた基地局BS3の電波が受信できなくなるから、移動機PS1、PS2向けの移動機無線インタフェースでの信号がなくなるかまたは非常に弱くなる。この移動機無線インタフェースは通常のPHS無線インタフェースと同一だから、移動機PS1、PS2は通常のハンドオーバーの処理に入り、制御チャネルの探索を行う。

【0036】いまもっとも簡単な例として、基地局間のフレーム同期がとれている場合を考える。高速移動体Mが基地局BS4の方向に移動すると、それまで中継局RSで中継していた基地局BS3の制御チャネルRB1が受信しにくくなり、代わりに基地局BS4の制御チャネルRB1が受信されるようになる。前述のように、基地局BS3およびBS4は、制御チャネル周波数F0でTDMA-TDDの制御チャネル用のタイムスロットRB1において間欠的に信号を送信している。言い換えればタイムスロットRB1のうち互いに衝突しない程度の少数のタイムスロットで制御信号を送信している。

【0037】したがって、中継局RSはタイムスロットRB1で周波数F0からなるチャネルにより制御信号を受信できれば、この信号を移動機PS1、PS2に中継する。このため、基地局BS3およびBS4の制御チャネルは、それが受信されれば中継局RSが中継する。

【0038】すなわち、移動機PS1、PS2から見れば、制御チャネルに関しては中継局RSがなく基地局BS3、BS4がPHS基地局であるように見える。しかも、基地局BS3、BS4が構成するセルは、マイクロセルではなくマクロセルである。このため、高速移動体Mが高速移動していても、セルの移動速度はマイクロセルインタフェースで低速移動した場合と同程度に遅くなり、このため移動機PS1、PS2は中継局RSを介して基地局BS3、BS4があたかもPHS基地局であるかのようにハンドオーバーが可能となる。

【0039】このように第1の実施の形態では、高速移動体Mの移動経路に沿って複数の基地局BS1、BS2、…を設置してこれらの基地局BS1、BS2、…によりマクロセルE1、E2、…を形成し、かつ高速移動体Mに中継局RSを設置してこの中継局RSにより高速移動体Mの車内を無線エリアとするマイクロセルを形成する。そして、高速移動体M上で使用される移動機PS1、PS2と上記基地局BS1、BS2、…の間を、上記中継局RSを介してTDMA-TDD方式を採用した無線インタフェースにより中継接続するとともに、高速移動体Mの移動に伴うハンドオーバーを中継局RSと基

地局BS1, BS2, …との間で行なうようにしている。

【0040】したがって、高速移動体M上において、例えばPHS端末などのマイクロセル対応の移動機をそのまま使用して、地上網の電話機との間で通話を行なうことができる。また、移動機PS1, PS2と中継局RSとの間の無線インタフェースと、中継局RSと基地局BS1, BS2, …との間の無線インタフェースとに、ともにTDMA-TDD方式を採用しているので、移動機PS1, PS2と基地局BS1, BS2, …との間の接続を比較的簡単に行なうことができる。このため、中継局RSの構成および制御も比較的簡単なものにすることができ、これにより中継局RSを小形でかつ安価に提供できる。

【0041】(第2の実施の形態) この実施の形態は、基地局間のフレーム同期がとれていない場合でもハンドオーバーが可能な中継局を示すものである。

【0042】中継局RSが基地局BS3の送信電波を受信しているときには、その制御チャンネルのタイムスロットはRB1である。しかるに、隣接基地局BS4が送信している制御チャンネルが上記基地局BS3が送信する制御チャンネルと同期がとれていなければ、隣接基地局BS4が送信している制御チャンネルのタイムスロットはRB1とは別のタイミングになる。もし仮に、基地局BS4の制御チャンネルのタイムスロットが基地局BS3の制御チャンネルのタイムスロットRB2に相当するとすれば、このタイムスロットRB2では基地局BS4の制御チャンネルを受信することはできない。なぜならば、タイムスロットRB2はそれを使用して通信している移動機への信号を送信しなければならないからである。

【0043】これを解決するためには、中継局RSに制御チャンネル専用の中継受信回路を設ければよい。図6はこの実施の形態に係わる中継局の構成を示したものである。なお、同図において前記図3と同一部分には同一符号を付して詳しい説明は省略する。

【0044】中継局の移動機用無線ユニット200には、制御チャンネルの中継を専用に行なうための送信回路(CTXP)26および受信回路(CRXP)27が設けてある。また、基地局用無線ユニット300にも、制御チャンネルの中継を専用に行なうための送信回路(CTXB)36および受信回路(CRXB)37が設けてある。これらの送信回路26, 36および受信回路27, 37は、予め定められた制御チャンネル用の無線周波数の送受信を行なう。

【0045】このような構成であるから、基地局BS4が送信する制御チャンネルのスロットタイミングが基地局BS3の制御チャンネルのスロットタイミングと異なっている場合でも、中継局RSはこれを上記制御チャンネル専用の受信回路37および送信回路26で中継して移動機PS1, PS2に送信することができる。このため、移

動機PS1, PS2は通常のPHS基地局のエリア間を移動するときと同じことになり、前述と同様にハンドオーバーが可能となる。

【0046】(第3の実施の形態) この実施の形態は、高速移動体Mが例えば列車等のように細長く、このため中継局が形成するマイクロセルだけでは高速移動体Mのすべてのエリアをカバーできない場合に、高速移動体M上に少なくとも1台の中間中継器を設置して簡易的なマイクロセルを形成し、この中間中継器により中継局と移動機との間の電波を中継するようにしたものである。

【0047】図7はこの実施の形態に係わるシステムの概略構成を示すもので、M1, M2, M3, …, Mnは列車の各車両を示している。これらの車両M1, M2, M3, …, Mnのうち、最後尾の車両Mnには中継器RS'が設置してある。またその他の車両M1, M2, M3, …, Mn-1にはそれぞれ中間中継器RRS1, RRS2, RRS3, …, RRSn-1が設置してある。

【0048】中継局RS'は、例えば図8に示すごとく、車両Mnにマイクロセルを形成してこのマイクロセル内に存在する移動機PS3との間で無線信号を送受信する移動機用の無線ユニット20と、基地局BSとの間で無線信号を送受信するための基地局用の無線ユニット30と、中間中継器RRS1, RRS2, RRS3, …, RRSn-1との間で無線信号を送受信するための中間中継器用の無線ユニット50と、制御回路(CONT)60とを備えている。なお、図では中間中継器用の無線ユニット50を1セットのみ示してあるが、実際には中間中継器の数に対応して複数台設けられる。

【0049】このうち中間中継器用の無線ユニット50は、移動機用の無線ユニット20と同様に、アンテナ51と、アンテナ共用器(DUPR)52と、受信回路(RXR)53と、送信回路(TXR)55と、これらの受信回路53および送信回路55に対し局部発振信号をそれぞれ与える周波数シンセサイザ(SYNR)54とを備えている。アンテナ51は、各中間中継器RRS1, RRS2, RRS3, …, RRSn-1に対し指向性を持つように構成されている。

【0050】制御回路60は、上記中継器用の無線ユニット50による無線信号の送受信動作を、移動機用無線ユニット20と同様に移動機無線インタフェースに従って制御する。すなわち、移動機用無線ユニット20が送受信するTDMA-TDD信号と同一の信号を送受信する。

【0051】中間中継器RRS1, RRS2, RRS3, …, RRSn-1はそれぞれ車両M1, M2, M3, …, Mn-1にマイクロセル相当のセルを形成し、各車両M1, M2, M3, …, Mn-1に存在する移動機と上記中継局RS'との間の無線信号の中継を行なう。

【0052】図9は、双方向通信方式としてTDD方式を採用しかつ基地局間のフレーム同期がとれているシス

13

テムで使用される中間中継器RRS1, RRS2, RRS3, ..., RRS_{n-1}の構成を示す回路ブロック図である。

【0053】同図において、この中間中継器RRS1, RRS2, RRS3, ..., RRS_{n-1}は、制御チャネル受信回路(CRXR)78と、制御回路(CONT)80とを備えている。そして、中継局RS'から送られる制御チャネルを制御チャネル受信回路78で受信復調し、その受信結果を基に制御回路80でTDMA-TDDフレームの上りリンクおよび下りリンクの切替タイミングを発生して、このタイミングで切替回路73, 75を切り替える。

【0054】したがって、移動機からTDMA-TDDフレームの上りリンクにより到来した無線信号は、アンテナ71で受信されたのちアンテナ共用器(DUPP)72および切替スイッチ73を介して増幅器74に入力され、この増幅器74で増幅されたのち切替スイッチ75およびアンテナ共用器(DUPR)76を介してアンテナ77から中継局RS'へ向け送信される。

【0055】一方、中継局RS'からTDMA-TDDフレームの下りリンクにより到来した無線信号は、アンテナ77で受信されたのちアンテナ共用器(DUPP)76および切替スイッチ73を介して増幅器74に入力され、この増幅器74で増幅されたのち切替スイッチ75およびアンテナ共用器(DUPR)72を介してアンテナ71から移動機へ向け送信される。

【0056】すなわち、中間中継器RRS1, RRS2, RRS3, ..., RRS_{n-1}は、無線信号がTDD方式により双方向伝送されることに着目して中継回路を1系統のみ設け、この1系統の中継回路により上りリンクの中継と下りリンクの中継とをそれぞれ行なっている。

【0057】なお、中継局RS'との間で無線信号の送受信を行なうためのアンテナ77には指向性アンテナが用いられ、それぞれ中継局RS'に対し指向性を持つように設置される。

【0058】この様な構成であるから、基地局BSから到来した下りリンクの無線信号は、中継局RS'の基地局用無線ユニット30で受信されたのち制御回路60により移動機用無線ユニット20に転送され、この移動機用無線ユニット20から車両M_n内の移動機に向け送信される。また、上記基地局用無線ユニット30で受信された下りリンクの無線信号は、中間中継器用の無線ユニット50にも転送され、この中間中継器用の無線ユニット50から各中間中継器RRS1, RRS2, RRS3, ..., RRS_{n-1}に向けそれぞれ送信される。そして、この中継局RS'から送信された下りリンクの無線信号は、各中間中継器RRS1, RRS2, RRS3, ..., RRS_{n-1}でそれぞれ中継されて、各々対応する車両M1, M2, M3, ..., M_{n-1}内に存在する移動機に向け送信される。

14

【0059】なお、以上のように中間中継器RRS1, RRS2, RRS3, ..., RRS_{n-1}を設けた場合でも、隣接基地局の制御チャネル信号を移動機に送信可能であるから、ハンドオーバーは中継局だけの場合と全く同様に行なうことができる。

【0060】したがって、列車のように多数の車両が連結されており、1台の中継局RSではすべての車両を含むセルを形成できない場合でも、すべての車両にマイクロセル相当のセルを形成して通信を可能にすることができる。また、中継局RS'は1台のみ設け、その他は比較的小形軽量の中間中継器RRS1, RRS2, RRS3, ..., RRS_{n-1}を設けたことにより、中継局を複数台設置する場合に比べて中継用装置の設置スペースを削減することができ、さらにシステムのコストダウンを図ることができる。

【0061】さらにこの実施の形態では、複数の車両が連結された列車においては、中間中継器RRS1, RRS2, RRS3, ..., RRS_{n-1}と中継局RS'の距離は一般に短くかつほとんど直線的であることが多いことに着目し、中継局RS'および各中間中継器RRS1, RRS2, RRS3, ..., RRS_{n-1}のアンテナ51, 77をともに指向性アンテナとし、これらのアンテナ51, 77を互いに対向するように設置している。このように構成したことによって、他の列車の中継局や中間中継器等に対する電波干渉を抑制することができ、さらに送信電力の低減を図ることができる。

【0062】また、第2の実施の形態では中間中継器RRS1, RRS2, RRS3, ..., RRS_{n-1}の構成を、復調、再変調および周波数変換などを行なわずに、受信した無線信号を増幅してそのまま送信する、いわゆるブースタとしたことによって、構成が簡単かつ小形で安価な中間中継器RRS1, RRS2, RRS3, ..., RRS_{n-1}を提供することができる。

【0063】なお、基地局間でTDMA-TDDフレームの同期がとれていないシステムでは、先に述べたように隣接基地局の制御チャネル送信タイミングが現在通信中の基地局の受信タイミングと重なる場合がある。そこで、この場合には先に述べた第2の実施の形態(図6)と同様に、制御チャネル専用の移動機向け中継送信回路および中継局向け中継送信回路を追加すればよい。

【0064】また、図9では増幅器74を1台とし、切替回路73, 75で信号経路を切り替えることにより上記1台の増幅器74を上りリンクと下りリンクとで共用するようにしたが、2つの所要送信レベルが異なる等の場合には上りリンクと下りリンクとで別々に増幅器を設けるようにしてもよい。

【0065】さらに、図9では中間中継器RRS1, RRS2, RRS3, ..., RRS_{n-1}を構成の簡易化のために、復調、再変調および周波数変換等を行なわずに受信した無線信号を増幅してそのまま送信するいわゆるブ

ースタとした場合を示した。しかしそれに限らず、中継局RS'に準じて、移動機からの信号を受信復調したのち周波数を変えて変調し直して送信し、一方中継局RS'からの無線信号も同様に受信復調、再変調、および周波数変換して送信するように、中間中継器RRS1, RRS2, RRS3, ..., RRSn-1を構成してもよい。

【0066】さらに、双方向通信方式としては、上りリンクと下りリンクとを周波数で分けるいわゆるFDD方式を適用してもよい。この場合中間中継器には、移動機送信周波数帯の増幅器と移動機受信周波数帯の増幅器、およびアンテナとアンテナ共用器を設ければよい。

【0067】(第4の実施の形態) 前記各実施の形態において述べたように、高速移動体内を移動通信システムのサービスエリアに組み入れた場合、電車内にある移動機への着信のためにはシステム側でその移動機が電車内に有ることを知る必要がある。すなわち移動機はシステムに対して電車内にいることを位置登録する必要がある。一般に位置登録はサービスエリアを複数の位置登録エリアと呼ばれるエリアに分割し、待ち受け中の移動機が1つの位置登録エリアから他の位置登録エリアに移動した場合、移動機が自動的に新しい位置登録エリアに移行したことをシステムに登録するものである。

【0068】具体的には、制御チャネルで例えば位置登録エリア番号等の位置情報を送信し、移動機は位置登録エリア番号が同じであれば位置登録を行なわないが、待受中に位置登録エリア番号が変化すれば、位置登録エリアを移行したと判断して位置登録を行なう。

【0069】高速移動体内を位置登録エリアとした場合、一般に駅構内や駅周辺の一般道路等は別の位置登録エリアとなるから、高速移動体である電車が駅に到着して乗客が降車したときに、位置登録エリアが電車内から駅構内や一般道路等の位置登録エリアに変わるため、多数の乗客の移動機が一斉に位置登録を行ない、これにより制御トラヒックの輻輳が発生して制御不能に陥る虞れがある。

【0070】そこで、この実施の形態は、電車内と駅構内などを同一位置登録エリアとするものである。図10は、この実施の形態に係わる位置登録エリアの設定方式を説明する図である。同図において、Ecは高速移動体の移動エリア、Ea、Ebはそれぞれ高速移動体への乗降場所である駅A、Bの構内をそれぞれ示し、またEEは全体のサービスエリアを示している。

【0071】すなわち、高速移動体(電車等)の移動エリアEcおよび駅の構内Ea、Ebを同一の位置登録エリアとする。これにより、乗客の移動機では、電車を降りた時点ではなく駅構内から出ていく時に位置登録が行なわれることになるから、位置登録する時刻および場所が分散されることになる。

【0072】ただし、すべての電車を同一の位置登録エ

リアとする必要はなく、例えば都心部を例にとると、山手線、東海道線等の線毎に位置登録エリアを形成してもよい。この場合、山手線の各駅は山手線と同じ位置登録エリアとする。山手線と東海道線の両方がある駅では両方の位置登録エリアを重複させても良い。位置登録エリアを重複させるとは、例えば山手線と東海道線の両方がある東京駅では、山手線と同じ位置情報を送信する基地局と、東海道線と同じ位置情報を送信する基地局とを2重に設置するか、または1つの基地局から2つの位置情報を送信するようにすればよい。これにより、電車を降車したときの位置登録の輻輳は回避可能となる。

【0073】一方、他の問題として、駅構内に入っても電車には乗らず通り抜けるだけの人も多いことがあげられる。この場合、駅の外部と駅構内(及び電車内)とを別の位置登録エリアとすると、通り抜けるだけの人も駅構内に入ったとき及び駅構内から出ていくときに位置登録をしてしまい、無駄な制御トラヒックが発生することになる。

【0074】そこで、他の実施の形態として、駅構内は前述の駅構内と電車内の位置情報と駅の外部のエリアの位置情報を2重に送信する。すなわち、駅Aの構内ではそれに対応して形成した位置登録エリアの位置情報も併せて送信し、駅Bの構内ではそれに対応して形成した別の位置登録エリアの位置情報も併せて送信する。この結果、外部から駅に入ってきた人は駅構内にも外部と同じ位置情報が送信されているから位置登録は行なわれない。また出ていくときも位置登録はしないことになる。駅に入ってきて電車に乗った時点で今まで受信していた位置情報が受信できなくなり、電車内の制御チャネルで送信されている位置情報が今までとは異なるため、この時点で初めて位置登録が行なわれることになる。

【0075】

【発明の効果】以上詳述したようにこの発明では、高速移動体の移動経路に沿ってマクロセル相当の第1のセル群を形成する複数の基地局を配設するとともに、上記高速移動体に中継局を搭載してこの中継局により高速移動体上に上記第1のセルよりも小さいマイクロセル相当の第2のセルを形成し、上記高速移動体上で移動機が通信を行なう場合に、この移動機と中継局との間を第1の無線チャネルを介して接続するとともに、その接続動作と連動して中継局と基地局との間を第2の無線チャネルを介して接続して両無線チャネルをリンクさせ、かつ高速移動体が第1のセル間を跨いで移動した場合には、第1の無線チャネルを保持したまま第2の無線チャネルの接続先となる基地局を切り替えるハンドオーバーを行なうようにしている。

【0076】したがってこの発明によれば、マイクロセル対応の移動機を使用して高速移動体上においても通信を行なうことができる移動通信システムおよびこのシステムで使用される中継装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明に係わる移動通信システムの第1の実施の形態を示す概略構成図。

【図2】図1に示したシステムにおける移動機の構成を示す回路ブロック図。

【図3】図1に示したシステムにおける中継局の構成を示す回路ブロック図。

【図4】図1に示したシステムにおける通話データの伝送動作を説明するための図。

【図5】TDMA-TDD方式のフレーム構成の一例を示す図。

【図6】この発明に係わる移動通信システムの第2の実施の形態における中継局の構成を示す回路ブロック図。

【図7】この発明に係わる移動通信システムの第3の実施の形態を示す概略構成図。

【図8】図7に示したシステムにおける中継局の構成を示す回路ブロック図。

【図9】図7に示したシステムにおける中間中継器の構成を示す回路ブロック図。

【図10】この発明に係わる移動通信システムの第4の実施の形態を示す図。

【符号の説明】

M…高速移動体

M1, M2, M3, …, Mn…列車の車両

BS1, BS2, …基地局

E1, E2, …マクロセル

L1, L2, …有線回線

NW…公衆通信網

TEL1, TEL2…有線電話機

RS, RS'…中継局

PS1, PS2, …移動器

RRS1, RRS2, RRS3, …, RRSn-1…中間中継器

11, 21, 31, 5171, 77…アンテナ

12, 22, 32, 52, 72, 76…アンテナ共用器

13, 23, 27, 33, 37, 53…受信回路 (RX)

14, 24, 34, 54…周波数シンセサイザ (SYN)

15, 40, 60, 80…制御回路 (CONT)

16…スピーカ

17…マイクロホン

18, 25, 26, 35, 36, 55…送信回路 (TX)

20, 200…移動機用無線ユニット

30, 300…基地局用無線ユニット

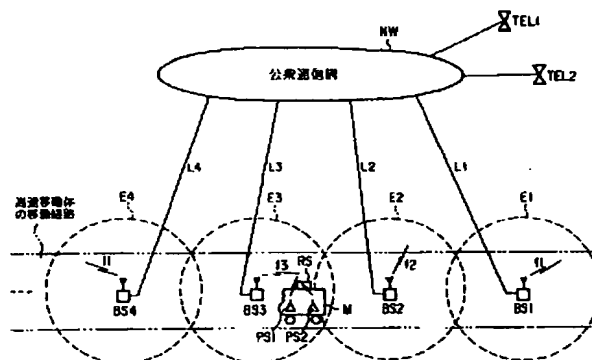
50…中間中継器用の無線ユニット

73, 75…切替回路

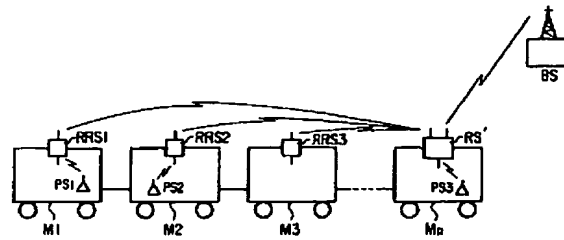
74…増幅器

78…制御チャネル受信回路

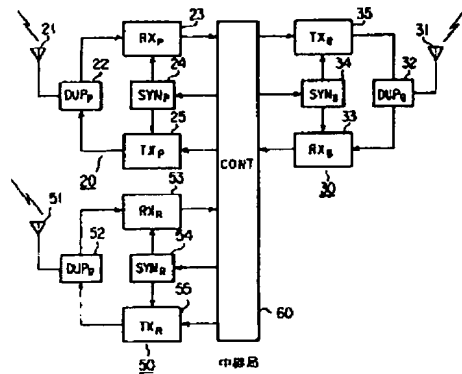
【図1】



【図7】



【図8】



【図9】

